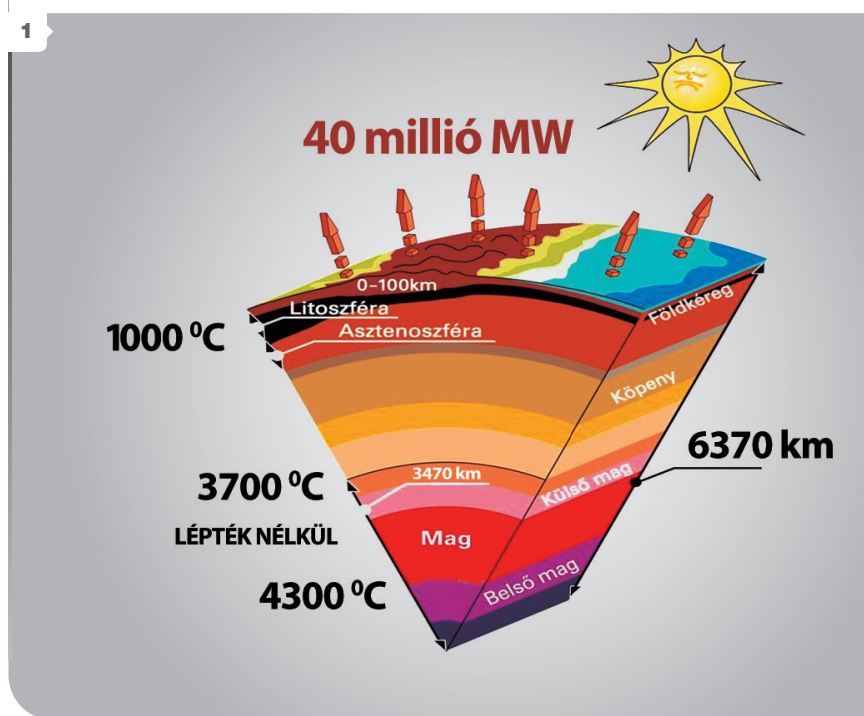




# Elfolyó hidrotermikus energia hasznosítása hőszivattyúval távfűtési rendszerekhez

**A FOLYAMATOS ÜTEMBEN ÉS DRASZTIKUS MÉRTÉKBEN EMELKE-DŐ ENERGIAÁRAK MIATT MINDENKI RÁKÉNYSZERÜL A TAKARÉ-KOSSÁGRA. A KÖLTSÉGCSÖKKENTÉS EGYIK FORMÁJA OLYAN TECHNOLÓGIÁK ALKALMAZÁSA, AMELYEK KÖZÉP- ÉS HOSSZÚTÁ-VON MINDENKÉPPEN MEGTÉRÜLNEK.**

A különböző fűtési megoldások között a hőszivattyús technika kiemelkedő minőségi előnyei: nincs helyi károsanyag-kibocsátása, megújuló energiát hasznosít, és használata az energiahatékonyság növekedését jelenti. Hozzájárul az Európai Unió Megújuló Energia Stratégiájának alátámasztásához. A meglévő épületek hőszigetelésének és tömörségé-



**1. ábra: A nap- és a földenergia hőszivattyús hasznosításához jelentős potenciállal, ill. hidrotermikus energiával rendelkezünk**

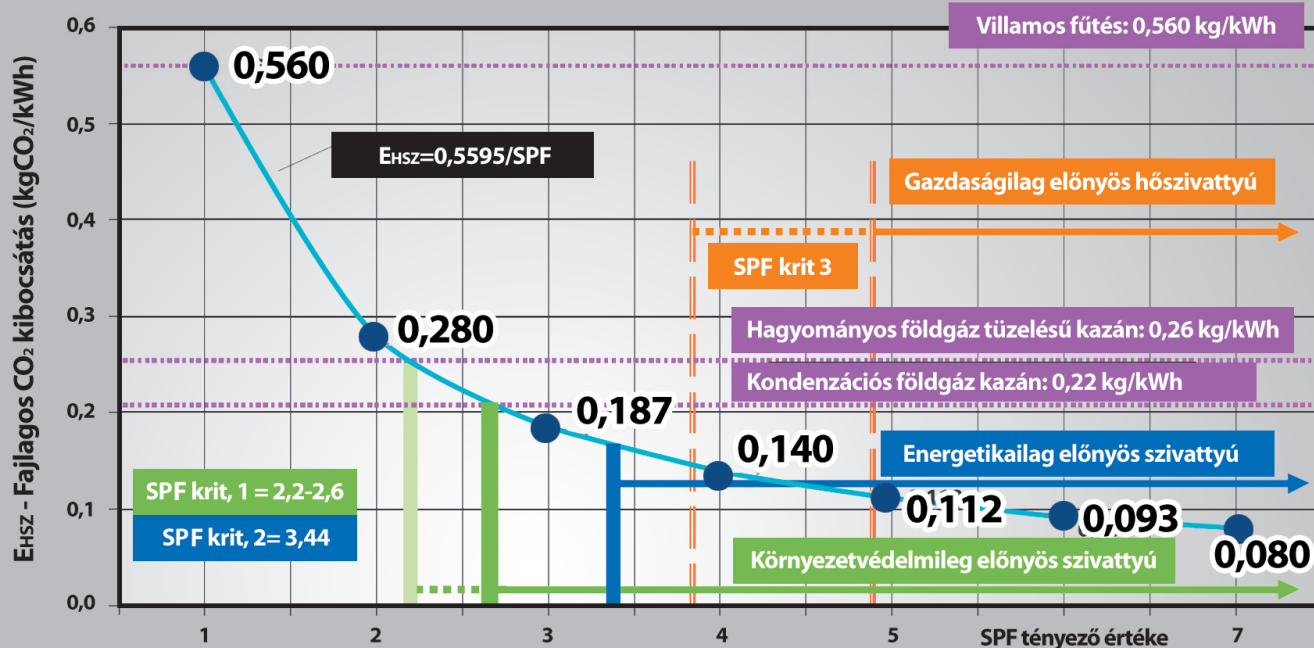
Forrás: Dr. Mádlné Szőnyi Judit: A geotermikus energiakészletek, kutatás, hasznosítás. Grafon Kiadó, Nagykovácsi, 2006.

nek fokozása már nemcsak a melegvízüzemű sugárzó fűtéseknél (padló-, fal- és mennyezefűtés) és a fan-coilnál, hanem a radiátoros központi fűtéseknél is lehetővé teszi a hőszivattyúk gazdaságos alkalmazását, amely mindenekelőtt a méretezési külső hőmérséklet-hez tartozó, 90 °C-nál jóval kisebb fűtési előremenő hőmérsékletből adódik.

Az Európai Bizottság 2010. november 10-én bemutatta új, 2020-ig szóló stratégiáját: „Energia 2020”. Günther Oettinger energiaügyi biztos ekkor a következőket mondta: „Az energiaügyi kihívások mindannyiunk számára hatalmas próbatételt jelentenek. Igaz ugyan, hogy energiarendszerünk új, fenntarthatóbb és biztonságosabb pályára állítása hosszabb időt igényel, az alapvető döntések meghozatala azonban nem halasztható tovább.

A hatékony, versenyképes és kevés szén-dioxidot kibocsátó gazdaság megteremtéséhez európaivá kell tennünk

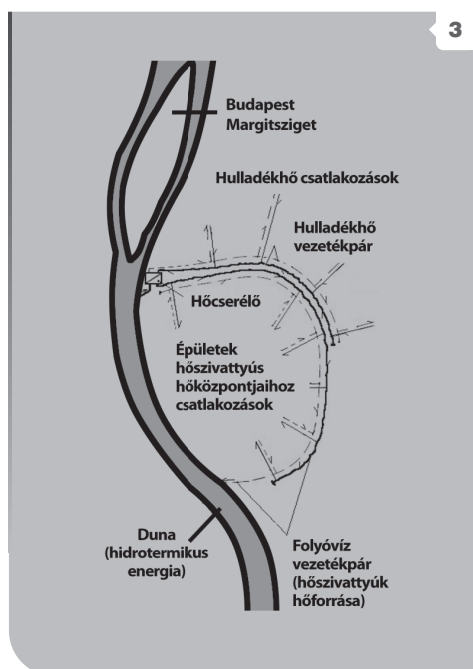
**A korszerű vízgazdálkodás mind magasabb szintű technikai megvalósítása, szem előtt tartva az EU 2000-ben elfogadott egységes vízpolitikáját (Víz Keretirányelv), új lehetőségeket teremt a felszíni vizek energetikai hasznosítása területén.**



2

2. ábra: A hasznos hőtermelésre vetített  $\text{CO}_2$ -kibocsátás és az SPF kapcsolata

3. ábra: Elvi vázlat. Távfűtés a Dunával (vagy más felszíni vizekkel) és hulladékhővel (távfűtés földgáz nélkül)



3

energiapolitikánkat, és figyelmünk java részét arra a néhány területre kell összpontosítanunk, ahol a legsürgetőbb a fellépés.”

Hazánk számára a nemzetközi együttműködés erősítése 2011 első felében az EU elnökség miatt különösen fontos feladat. A korszerű vízgazdálkodás mind magasabb szintű technikai megvalósítása, szem előtt tartva az EU 2000-ben elfogadott egységes vízpolitikáját (Víz Keretirányelv), új lehetőségeket teremt a felszíni vizek energetikai hasznosítása területén (1. ábra).

Magyarország felszíni vízkészletének kb. 95%-a külföldi eredetű, déli szomszédjainkat kivéve mindenhol folyókon keresztül érkezik a víz. E folyókon (Maros, Kőrös, Kraszna, Szamos, Bodrog, Hernád, Sajó, Zagyva, Ipoly, Duna stb.) érkező vízhozam: 3602 m<sup>3</sup>/s. A két legnagyobb folyó a Duna (teljes hossza 2860 km, ebből a magyarországi szakasz 401 km, vízgyűjtő 209 000 km<sup>2</sup>) és a Tisza (teljes hossza 964 km, ebből a magyarországi szakasz: 570 km, vízgyűjtő 138 400 km<sup>2</sup>). Hazánk területén három nagyobb tó (Balaton, közepes víztükrök 596 km<sup>2</sup>, Fertő-tó, közepes víztükrök 280 km<sup>2</sup>, ebből 82 km<sup>2</sup> a ma-

gyarországi, illetve Velencei-tó, közepes víztükrök 26 km<sup>2</sup>) és kb. 1200 természetes és mesterséges (pl. Markazi-, Rakacai-, Lázberci-tározók, Tisza-tó) tó, illetve tározó található.

A Duna-menti városoknak kiemelkedő hidrológiai adottságaik vannak. E környezeti erőforrás hőszivattyús hasznosítása a Duna melletti városok levegőjét és környezetét élhetőbbé, egészségesebbé teheti, a betegségek és a halálozások száma csökkenhet.

Célunk: közép- és hosszútávon a távhőszolgáltatás műszaki színvonalának javítása, a lefedettségének növelése, és a hőszivattyúipar megteremtésével összefüggő munkahelyek létrehozása.

### Igényt lett a megújuló energia hasznosítása

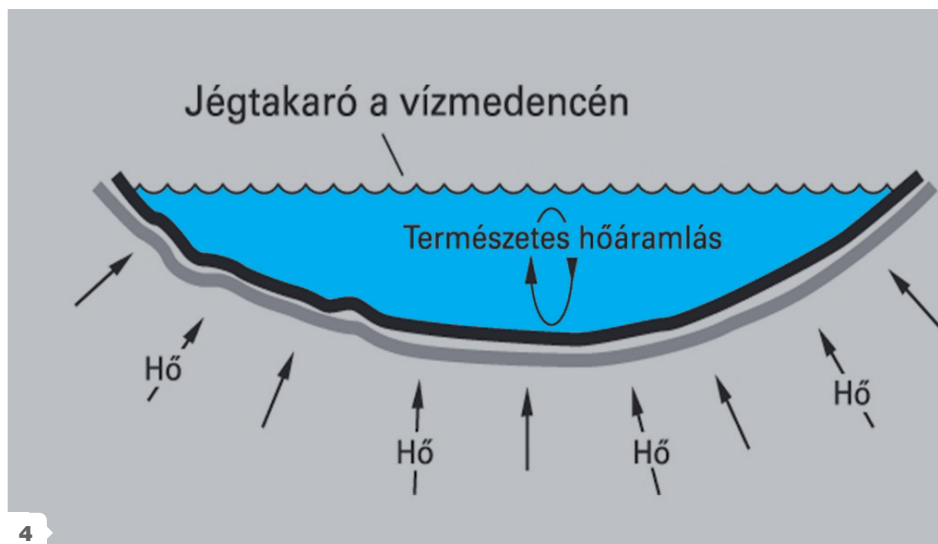
A településen élő emberek a környezet romlásából elsősorban a levegő minőségének a változását érzékelik. Statisztikai adatok mutatják, hogy országunk lakosságának több mint a fele szennyezett levegőjű területen él. A leg súlyosabb helyzet azokban a városainkban alakult ki, ahol kevés a lombos növényzet. A sűrűn lakott településeken a sok kis káros-



**Komlós Ferenc, Fodor Zoltán**  
**Elfolyó hidrotermikus energia hasznosítása**  
**hőszivattyúval távfűtési rendszerekhez**

anyag-kibocsátóval szemben távfűtés esetén a szennyeződés koncentráltan lép fel, és annak kezeléséhez fajlagosan jóval kisebb költség szükséges. Elvként rögzíthető: „egy magas kémény a sok kis kémény helyett”. A földgázfelhasználás a budapesti távfűtésnél túlsúlyos, és országos viszonylatban a földgáz 82%-át importból szerezzük be. A távfűtés hazánkban több településen napjainkra elvesztette versenyképességét, ezért is szükséges új utakat keresni a megújuló energia növelése irányába.

A megújuló energia hasznosítása nem kizárólag gazdaságossági kérdés. Az ember élet- és munkakörnyezete is lényeges szempont lehet. Figyelembe kell venni a szükséges komfortot, a környezet védelmét, az energe-



**4., 5. ábra: A földhő melegítő hatásának és a medencekollektorok elhelyezésének elvi vázlata.**

tikai hatékonyságot is. A távhőellátásért felelős tulajdonosoknak, az önkormányzatoknak jelenleg igen korlátozott cselekvési lehetőségük van az adott energiaszerkezetben, a hőszolgáltatás versenyképessé tételében.

Magyarország új energiapolitikájában szerepet kap(hat) a geotermikus, a bioenergiát és a hőszivattyús megoldásokat felhasználó távhőszolgáltatás növelése. Jogszabályok segítségével el kellene érni, hogy például Budapesten a FŐTÁV Zrt. saját érdekében fokozatosan álljon át hőszivattyús megoldásokra.

## A hőszivattyús távfűtés néhány jellemzője

Hazánk távhőszolgáltatásának összefoglaló adataiból

- távfűtött lakások száma 655 ezer darab, a lakásállományunk kb. 16%-a;
- a távhőszolgáltató rendszerek száma 207 db;
- a fűtési idény átlaghőmérséklete 5 °C;
- a fűtési napok száma 191;
- az összes csúcshőigény 5279 MW;
- energiahordozó-felhasználás összesen: 49 908 TJ/év, ebből vezetékes gáz: 40 205 TJ/év. (2009. évi adatok.

Forrás: Energia Központ Nonprofit Kft.)

Csökkenthetjük energiafüggőségünket, és ha idejében fejlesztjük az ehhez szükséges korszerű technikát új exporttermékek gyártásával és installálásával, oktatásával és kutatásával, — térségünkben vezető szerephez juthatunk. Ezúton is ajánljuk az EU Duna Régió Stratégia projektek közé a hőszivattyús rendszerek alkalmazásának tömeges elterjesztési feladatát. A magyar mérnökök egyik kiemelkedő apostolának, Heller Lászlónak mintegy hetven éves tudományos műve a hőszivattyúipar megteremtésével tárgyasodhatna.

A hőszivattyús rendszer által kiváltott széndioxid-mennyiség meghatározásánál egyrészt a közvetlenül kiváltott fosszilis tüzelőanyag révén megtakarított kibocsátás elkerülését kell figyelembe venni, másrészt a hőszivattyús körfolyamat munkavégzéséhez szükséges befektetett energia fosszilis energiatartalmát kell értékelni.

Ha ehhez a munkához villamos energia szükséges, akkor az országos energiamérlegekben villamosenergia-termelésre felhasznált primer energiahordozók arányából kiindulva értékelik az energiaegységre jutó globális CO<sub>2</sub>-terhelést, mert ekkor helyi (lokális) viszonylatú CO<sub>2</sub>-terhelés nincs.

A magyarországi erőművek tüzelőanyag-felhasználása és villamosenergia-termelésének adatai felhasználásával készült a 2. ábra, amely a villamos hőszivattyú alkalmazásának környezetvédelmi, energetikai és gazdaságos-

sági indokoltasági tartományára ad szemléltető tájékoztatást [1].

2013-tól a hőszivattyús rendszerek megújuló energia-felhasználásának elszámolása a 2008. év végén kiadott EU-irányelv, az ún. RES (megújuló energia) direktíva VII. melléklete b) része szerint:  $E_{RES} = Q_{hasznos} \times (1 - 1/SPF)$ , ahol:

$Q_{hasznos}$  a hőszivattyúból származó teljes becsült hasznos hőenergia. Csak az  $SPF > 1,15$  ( $1/\eta$ ) hőszivattyúk vehetők figyelembe.

SPF a becsült átlagos szezonál teljesítmény-tényező (angol nyelven: Seasonal Performance Factor [kWh/kWh]).

$\eta$  a teljes (bruttó) villamosenergia-termelés és a villamosenergia-termeléshez felhasznált elsődleges (primer) energia aránya. Az EUROSTAT (Statistical Office of the European Communities: az Európai Közösségek Statisztikai Hivatala) adatai alapján megállapított EU-átlaggal kell kiszámolni. A Bizottság a számítás bevezetéséig még iránymutatásokat készít, hogy a tagállamok megbecsülhessék  $Q_{hasznos}$  és SPF értékeit különböző hőszivattyúzási technológiák esetében.

A hazai villamosenergia-rendszer átlagos hatásfoka, amivel helyileg a hőszivattyúnál számolni lehet:  $\eta = \eta_{eromu} \times \eta_{halozat}$ , ahol:  $\eta_{eromu}$  a magyarországi összes erőművi technológiák hatásfokaiból és részarányából számítható (értéke a kezdetektől fogva növekedik – ma is, és előre várhatóan a jövőben is

[1] Komlós Ferenc - Fodor Zoltán - Kapros Zoltán - Dr. Vajda József - Vaszil Lajos: Hőszivattyús rendszerek. Heller László születésének centenáriuma. Magánkiadás, Komlós F. Dunaharaszti, 2009. [2] Dr. Haidegger Ernő: A hőszivattyú szerepe az energiagazdaságban. Különnyomat a Magyar Mérnök- és Építész Egyetel kiadásában megjelenő Értekezések, beszámolók a műszaki és gazdaságtudományok köréből 1943. évi IV. füzetéből. Stádium Sajtóvállalat Részvénytársaság, Budapest, 1943.

Jelen cikk a Magyar Ipari Ökológiai Társaság szimpóziumán, 2010. november 18-19. Debreceni Egyetem AGTC Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Karán elhangzott azonos című előadás szerkesztett változata.

határozottan növekedik),  $\eta$  hálózat a hálózati hatások (szállítási és elosztási hatások, ez csak hosszabb távon növekvő érték). A fenti képlet számértékekkel behelyettesítve:  $\eta = 0,35 \times 0,90 = 0,315$ , illetve 31,5%. A szezonális teljesítmény-tényező ezzel:  $SPF = 1,15 (1/\eta) \approx 3,65$ . Ennyi szükséges a hőszivattyús technológiától függetlenül. Ez az érték előírható a pályázatoknál, mint elérendő minimum.

Fontos hangsúlyozni, hogy a szezonális teljesítmény-tényező, SPF valós értékét mérések alapján lehet meghatározni: a hőszivattyú működéséhez szükséges villamosáram-fogyasztás [kWh] és a hőszivattyú által leadott hőmennyiség mérésével [kWh]. Pontos értéke számos adottságtól és körülménytől függ,

## Felszíni vizek energetikai hasznosítása

Alapelv: a felhasználási helyre a kis hőmérsékletű tápvizet kell szállítani kis veszteséggel, és a felhasználási helyen hőszivattyúval hasznosítani (3. ábra).

Fűtés a Duna vizével: a folyóvíz felhasználása során az előkészítési (pl. ülepítés, szűrés, lágyítás, gáztalanítás) módszerek azon megoldásai kerüljenek alkalmazásra, amelyek feltétlenül szükségesek, és az adott cél elérésére a legalkalmasabbak. A hőszivattyús rendszert úgy lenne célszerű kialakítani, hogy a téli hidegebb időszakokban is a víz hőmérsékletet min. 6,0 °C-on kellene tartani a rendszerbe épített hőcserélőn keresztül bevitt hulladék hővel, esetleg termálvízzel, vagy közvetlenül,

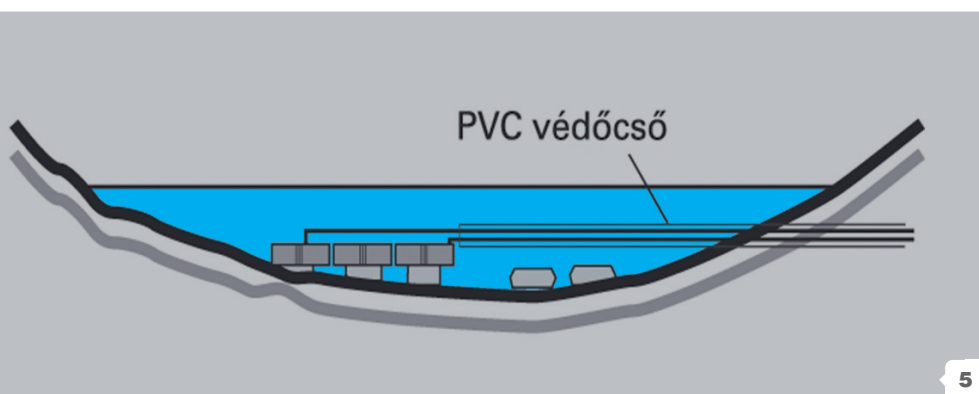
lenne képes kiváltani. A ténylegesen szükséges terület kW-onként kb. 10 m<sup>2</sup>, 1,8-2,4 m mélységű vízmedencét feltételezve. A tó vízének temperálásával a rendszer SPF-értékét magas szinten lehetne tartani, illetve a példában számítottnál is nagyobb értékre lehetne növelni (geotermikus energia, hulladék hő, szennyvizek hője). Jellemzője a stabil, biztonságos üzem, mert télen a rendszer akár fagypon alatti hőmérsékleten is képes megfelelő fűtési tényezővel (COP-értékkel) üzemelni.

Ez a rendszer is alkalmas távhőszolgáltatásra. Ebben az esetben is irányelv legyen, hogy a tó viszonylag kis hőmérsékletű vizét (télen a jégtakaró alatt a vízmedencék kb. 4 °C hőmérsékletet tudnak fenntartani) kell talajba süllyesztett (min. 2,0 m mélység), nem szigetelt műanyagvezeték a felhasználás helyére vezetni, s az épületek hőközpontjaiban elhelyezett hőszivattyúkkal a megfelelő hőmérsékletre szállítani.

Főbb műszaki-gazdasági adatok összehasonlítása egy elkészített ajánlat felhasználásával:

## 5 MW-os szokványos fűtő-hűtő rendszer

- Évi gázfelhasználás: 1 520 339 Nm<sup>3</sup>/év.
- Villamos fogyasztás (split): 837 200 kWh/év.
- Éves költség összesen: 241 millió Ft/év.



például az adott épület funkciójától, használatától, a hőforrás és a hőleadás mindenkor hőmérséklet-szintjétől, a hőlépcsőktől, a fűtési időszakától, a külső és a belső hőmérséklettől, a vezérléstől, a szabályozástól, a hőszivattyús rendszer tervezésének, kivitelezésének, üzemeltetésének (például szellőzés, helyiség-tűlfűtés) és karbantartásának szakszerűségétől, a társadalmi szokásoktól, a fogyasztói magatartástól. Jelezzük, hogy a hőszivattyú kondenzátor-oldali hőmérsékletének (fűtési előremenő vezeték hőmérsékletének) szabályozása a külső hőmérséklet függvényében történjen. A befolyásoló tényezők többsége nemcsak hőszivattyús rendszerű fűtésre, illetve hűtésre vonatkozik. A nyilvánvalóan felesleges energiafogyasztás megszüntetése, az energiatakarékosság első sorban fogyasztói magatartás kérdése.

**Egy 5,0 ha felületű, 2,5 m mélységű tó 5,0 MW teljesítményű fűtő-hűtő rendszert képes kiszolgálni, amely közel 1000 lakás energiagondját, üzemeltetési költségét lenne képes kiváltani.**

parti szűrészű kutak melegebb vizének felhasználásával. Az elfolyó víz hőmérsékletét 2,0 °C legkisebb hőmérsékletre szükséges leszállítani. A Duna vízkivételét és visszavezetését a tél leghidegebb időszakában a hálózat megfelelő szakaszolásával meg kell szüntetni. Az ilyenkor keringtetett folyóvíz melegítését a hőcserélőben más hőtermelő, illetve csúcskazan biztosíthatja (elvi ábra erről nem készült).

Tószonda alkalmazása (4., 5., és 6. ábra): a másik megoldás, ahol erre lehetőség van, egy tószondás rendszer. Egy 5,0 ha felületű, 2,5 m mélységű tó 5,0 MW teljesítményű fűtő-hűtő rendszert képes kiszolgálni, amely közel 1000 lakás energiagondját, üzemeltetési költségét

## Tószondás rendszer

- Villamos fogyasztás: 2 368 080 kWh/év.
- Éves költség összesen: 74 millió Ft/év.
- Primerenergia-megtakarítás: 69%.
- Költségmegtakarítás: 167 millió Ft/év.

## A távhőfogyasztás elszámolása

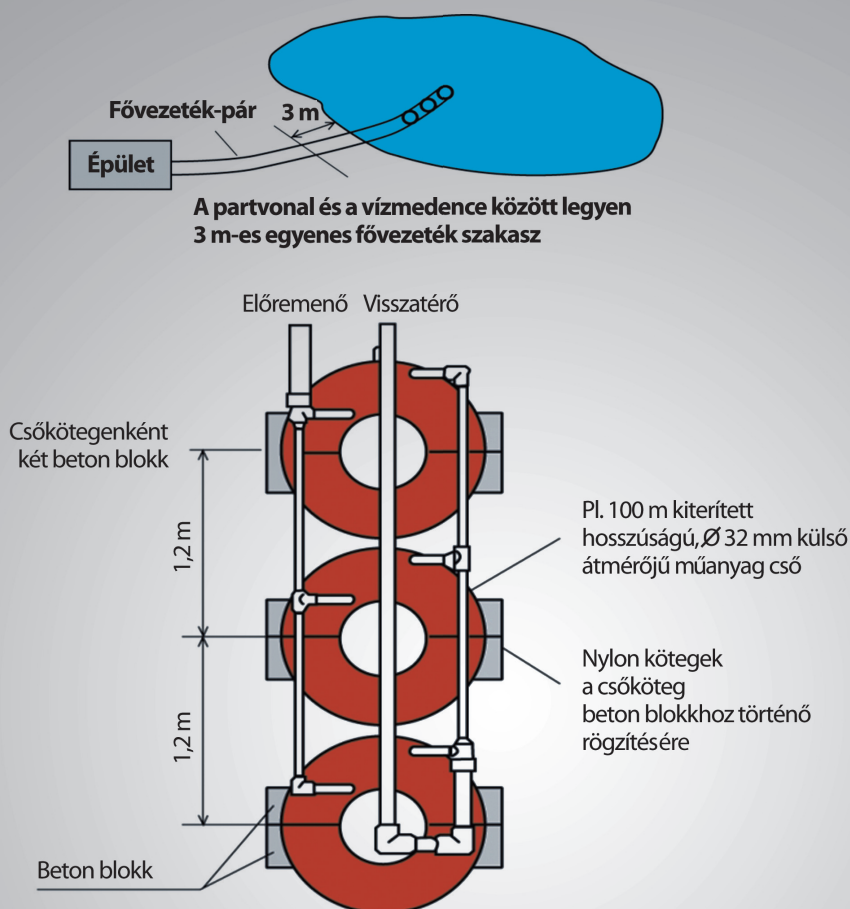
Napjainkban műszakilag elhasználandó belvárosok, belső kerületek teljes körű újjáépítését és felújítását végzik a nagyvárosokban és a kisebb településeken. Megújulnak az egyes lakó- és középületek. Épületek rekonstrukció esetén is szükséges a korszerű energiaellátás. Energiatakarékossági és kényelmi szempontok ma már megkívánják a helyiségenkénti hőmérsékletszabályozást. Az egyes fogyasztók,





**Komlós Ferenc, Fodor Zoltán**  
**Elfolyó hidrotermikus energia hasznosítása**  
**hőszivattyúval távfűtési rendszerekhez**

**5. ábra: Víz alatti kollektorok telepítési vázlata és keresztmetszetének rajza**



**A ténylegesen szükséges terület**  
**kW-onként kb. 10 m<sup>2</sup>, 1,8-2,4 m**  
**mélységű vízmedencét feltételezve.**

lakások hőellátása, illetve a fogyasztás külön-külön való megosztása a radiátoronkénti költségmegosztókkal megoldható. A meglévő távfűtések fűtőkorszerűsítése során ún. költségosztási mérési rendszereket hoznak létre. Az „egy bekötés – egy mérés” elvét a nagymértékű csővezeték-hálózati átalakítások miatt csak épületekre, épületrészekre terjesztik ki. A hőfogyasztók is joggal elvárják a távhőnek a hőenergia felhasználásával arányos elszámolá-

sát, hiszen a lakások üzemeltetési költségei között jelenleg az egyik legnagyobb költség a lakások fűtése. Tekintettel arra, hogy a távhőszolgáltatásba való bekapcsolódás helyi csatlakoztatást igényel, és minden épületnek saját csőhálózata van, a csővezetéken szállított távhő átadását az épület hőközpontjában hőcserélők vagy hőszivattyúk is biztosíthatják. A fűtési rendszer kialakítása az egész létesítmény épületgépészeti tervezését is befolyásolhatja.

## Növelt hőmérsékletű hőszivattyúk radiátoros hőleadóval rendelkező távfűtésekhez

A hőszivattyúzásnak a helyi, magyarországi viszonyokra alakítása – elegendő tapasztalat hiányában – még kezdeti állapotban van. A fejlett országok technológiájának hazai másolása önmagában nem biztosítja a hatásos működést. Ennek oka, hogy sajátosan eltérőek például a meteorológiai, hidrológiai, geológiai viszonyaink, lakóépületeink hőszigetelése, fűtése. A hazai viszonyokra méretezett rendszerek kifejlesztésével piaci lehetőség nyílik térségünkben határainkon kívül is versenyképes technológiákat kialakítani. Sok épületnél földhőszivattyú alkalmazásakor a hőleadók megváltoztatása és az elosztó csővezeték cseréje is szükséges – például radiátor helyett fan-coil – a hőszivattyúval előállított kis fűtővízhőmérséklet miatt. Ez pedig jelentős többletköltséget eredményez, ezért ahol hűtési funkcióra nincs igény, a hőtermelő cseréje sok esetben elmarad. A fejlesztéstől azt remélhetjük, hogy ezzel sikerülhet magasabb hőmérséklet előállító hőszivattyúkat megkonstruálni.

## Példák évtizedekkel ezelőtt megvalósult hőszivattyús rendszerekre

Egy 1943-ban írt magyar nyelvű kiadvány példái felszíni vizek hőtartalmának hőszivattyúval történő hasznosítására [2]:

- a zürichi műgyetem távfűtőközpontja (fűtés a Limmat folyó vizével),
- a Bodeni-tó melletti textilgyár hőellátása (fűtés a Bodeni-tó vizével),
- Berlin egyik városrészének távfűtése (fűtés a Spree folyó vizével).

„Joggal reméljük – amit meggyőződéssel vallunk is –, hogy általános energiagazdaságunk racionalizálásának a közeljövőben a hőszivattyú

egyik legértékesebb eszközévé fog válni!”

Befejezésül Teller Ede (1908-2003) gondolatával zárjuk írásunkat: „Ha azt kérdezik, hogy nem késtünk-e el, hogy visszafordítható-e még az a rombolás, amit az emberiség ejtett a természetben, a válaszom az, hogy nem késtünk el. Amíg él az akarát, addig sosincs késő. Ha pedig az emberek közösen akarnak valamit, akkor azt meg is teszik, ezáltal érvén el céljukat, bármi is legyen az.”